



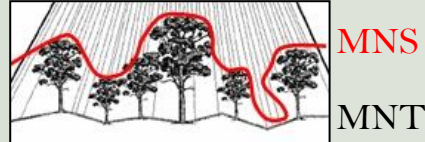
1 Les données issues du Lidar permettent de travailler avec la hauteur comme variable discriminante

- Acquisition lidar réalisée par l'IGN (Institut Géographique National) dans le cadre du projet Litto3D®.

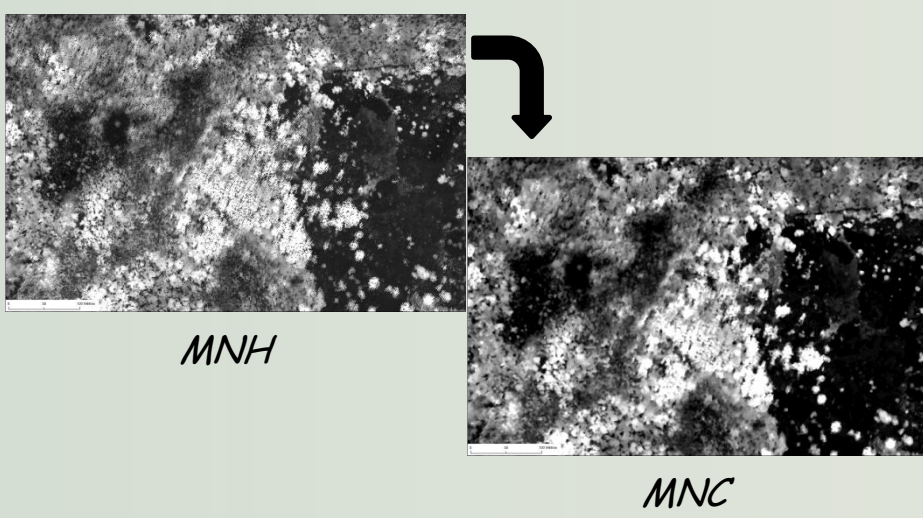
Caractéristiques de l'acquisition	date d'acquisition système fréquence de balayage fréquence des impulsions angle maximum vitesse de vol hauteur de vol densité du semis brut diamètre de l'empreinte	octobre 2008 OPTech 3100 AE 50 Hz 100 kHz 18° 80 m/s 900 m 2 pts/m² 80 cm
-----------------------------------	---	---

A partir de ces données, création par l'IGN d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) et d'un Modèle Numérique de Surface (MNS) à 1 m de résolution spatiale.

- Création d'un Modèle Numérique de Hauteur (MNH) par différence entre le MNS et le MNT fournis par l'IGN.



- Filtrage du MNH par un filtre médian 3x3 (fenêtre glissante) afin de supprimer certaines anomalies sans pour autant altérer les limites des peuplements.

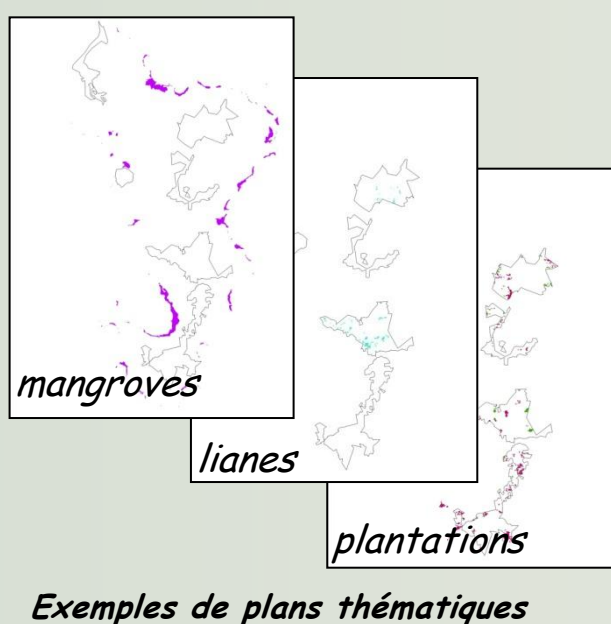


Le produit obtenu est un Modèle Numérique de Canopée (MNC). Il constitue la donnée d'entrée de la segmentation de niveau 1

2 Les données multispectrales sont un complément indispensable pour la cartographie de l'occupation du sol

- Image Spot 5 à 10 m (juin 2005)
- Orthophotos IGN à 50 cm vraies couleurs et infra-rouge couleurs (octobre 2008)

• Création de « plans thématiques » : pour lever les confusions entre peuplements de hauteur et structure horizontale voisines mais de nature différente (exemples : mangrove/arrière-mangrove, zones enlaniées / non enlaniées...)



• Intégration dans la classification orientée objet :
✦ pour isoler les différents types d'occupation du sol de hauteur nulle ou très faible (plans d'eau et sols nus, différents types de végétation basse sur « padzas ») ...
✦ pour différencier les types de mangrove. ...



6 Des classes de structure qui mettent en évidence les ripisylves et les forêts secondaires à manguiers

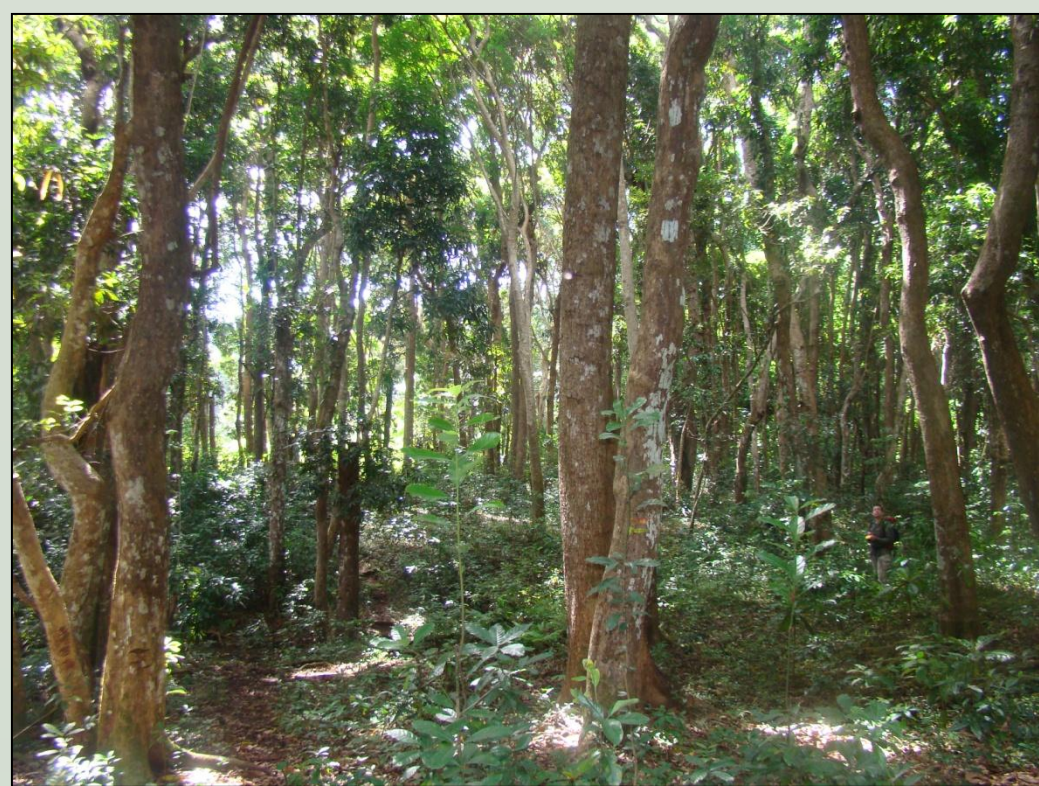
Discrimination des 3 grands types de végétation à partir de la hauteur (470 relevés).

Les 3 formations (basse, arbustive, arborée) sont bien ou très bien reconnues (précision entre 79% et 94%).

A noter cependant que parmi les formations classées comme « arbustives ou arborées très claires », on trouve 20% de peuplements arborés défoliés au moment de l'acquisition des données lidar comme les baobabs (*Adansonia digitata*), certains bois noirs (*Abiztia lebbeck*) ou les érythines d'arrière-mangrove (*Eythrina fusca*).



Baobabs défoliés



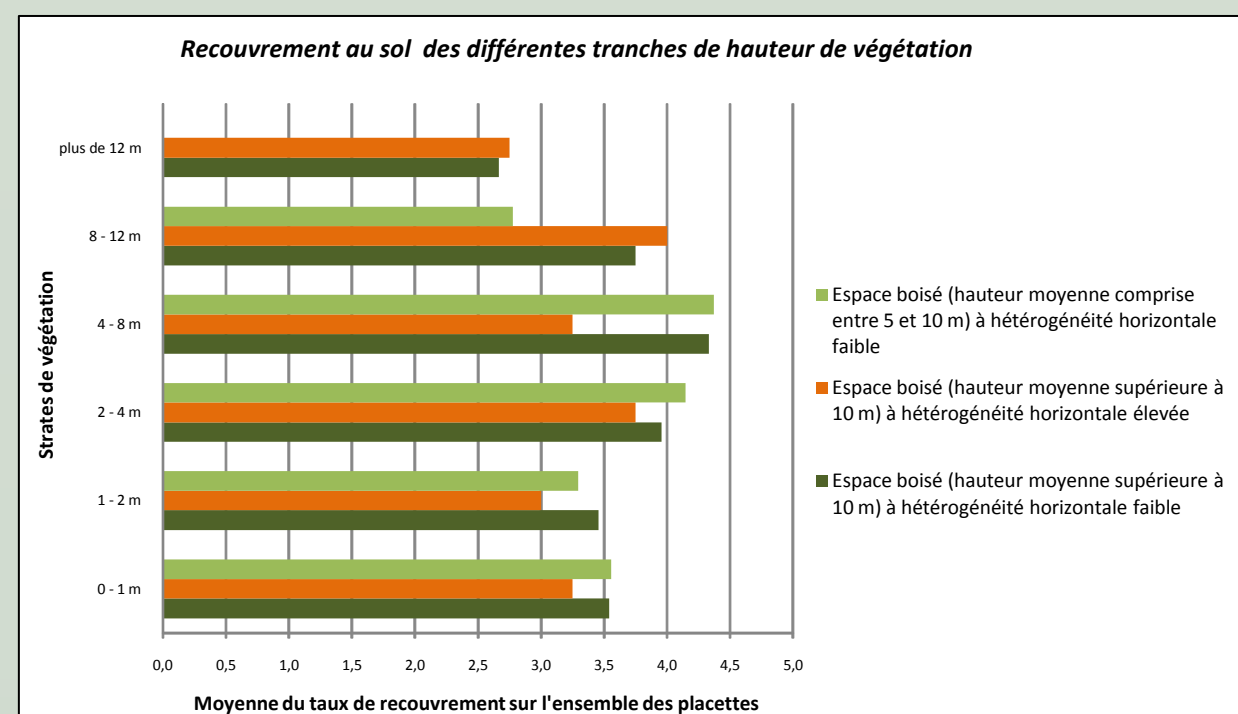
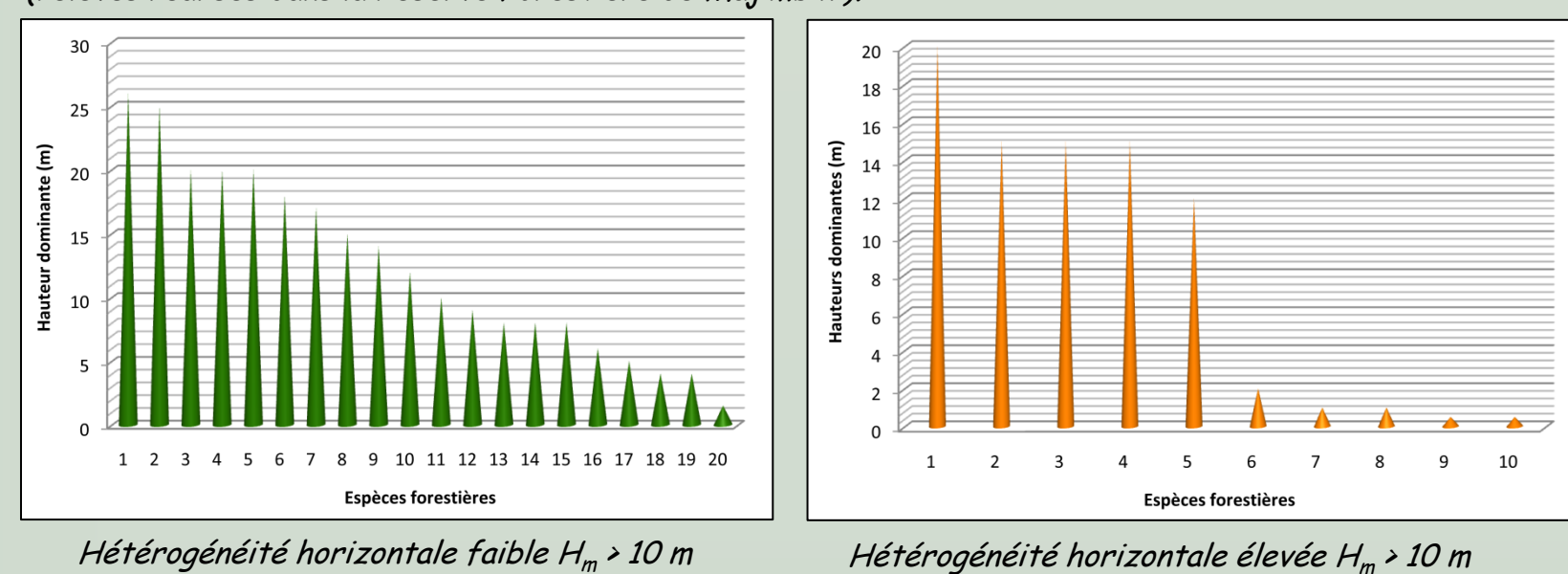
Forêt secondaire à manguiers

Nature des peuplements arborés à hétérogénéité horizontale élevée (53 relevés).

Parmi les 218 sites ci-dessus situés en zone arborée, 53 ont été classés en « hétérogénéité horizontale élevée ». Les relevés qui ont été effectués sur ces sites ont permis de préciser la nature des peuplements concernés : il s'agit essentiellement de ripisylves ou de cordons boisés, de gros bouquets de manguiers ou de bambous et surtout de forêts secondaires à manguiers. Ceci nous a permis de confirmer qu'il s'agissait bien de formations à hétérogénéité horizontale élevée au sens où nous l'avons défini lors de la classification (forte variance du MNC).

Cohérence des distinctions établies pour les 2 principaux types de formations boisées rencontrées en réserve forestière (68 placettes)

Rangement par ordre décroissant des hauteurs maximales des espèces présentes (relevés réalisés dans la Réserve Forestière de Majimbini).

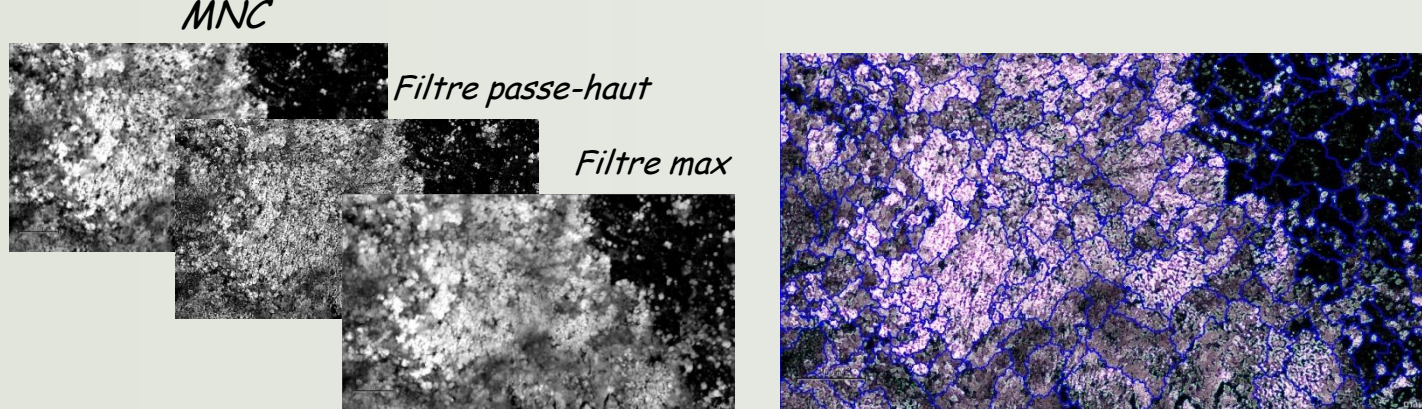


Le type (>10 m - hétérogénéité horizontale élevée) présente un taux de recouvrement plus faible en-dessous de 8m, en particulier entre 4-8 m

Le groupe des formations boisées à hétérogénéité horizontale élevée met en évidence des ouvertures du milieu actuelles ou récentes, reflétant des perturbations d'origine anthropique.

3 Mieux délimiter les peuplements en choisissant de recourir à une approche orientée objet

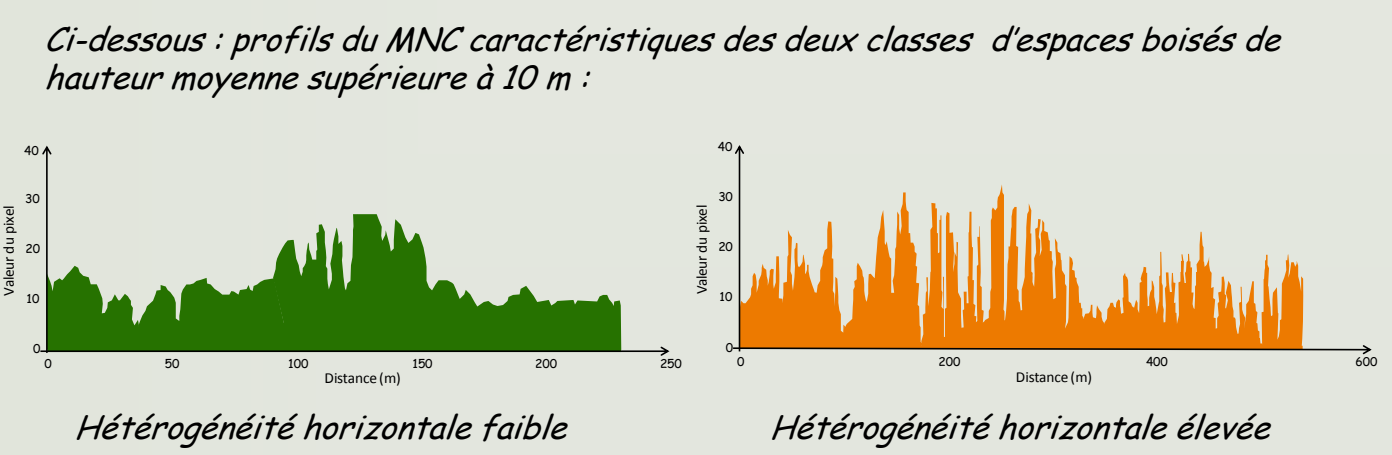
A - Segmentation niveau 1



Superposition du résultat du premier niveau de segmentation à une composition colorée (à droite) des 3 filtres dérivés du MNH (à gauche).

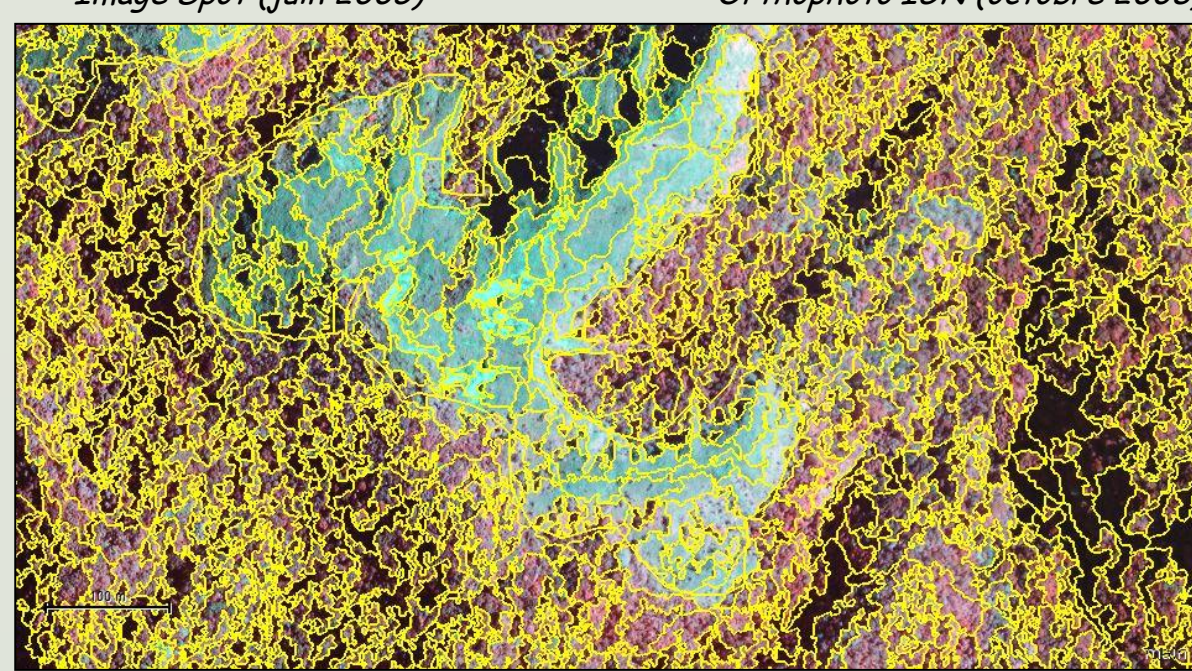
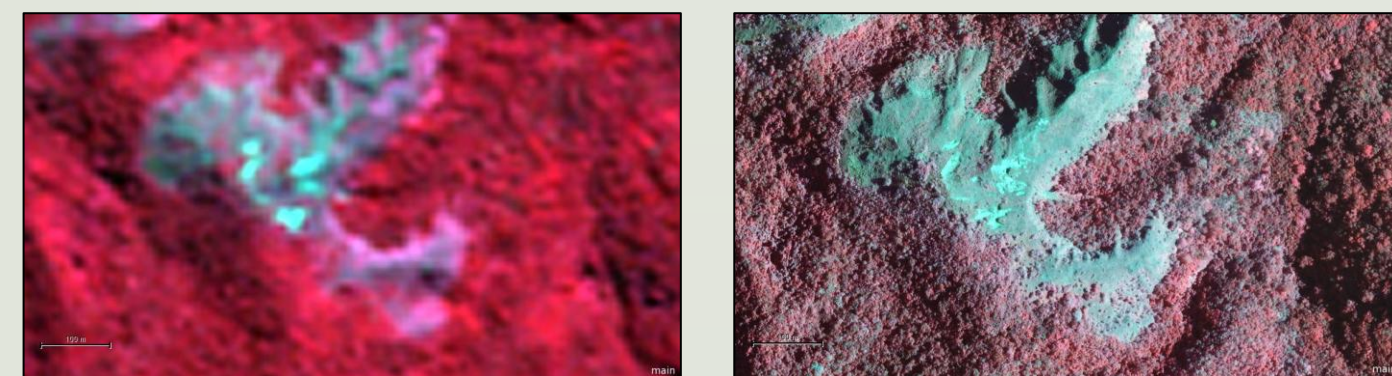
B - Classification niveau 1

→ 7 classes de structure (hauteur et hétérogénéité horizontale) à partir du MNC et de sa variance calculée sur une fenêtre glissante de 51 m x 51 m



C - Segmentation niveau 2 (à l'intérieur des objets précédents)

Utilisation simultanée de l'image Spot, des photographies aériennes et des plans thématiques avec prise en compte de critères de voisinage



Ci-dessus : exemple de subdivision des objets du niveau primaire à partir de l'image SPOT et de l'orthophoto sur une zone de padza et de végétation boisée. La superposition de la segmentation à l'orthophoto, montre bien l'apport de chacune des images dans cette segmentation (extrait sur la Réserve Forestière de Majimbini).

D - Classification niveau 2

→ 29 classes d'occupation du sol

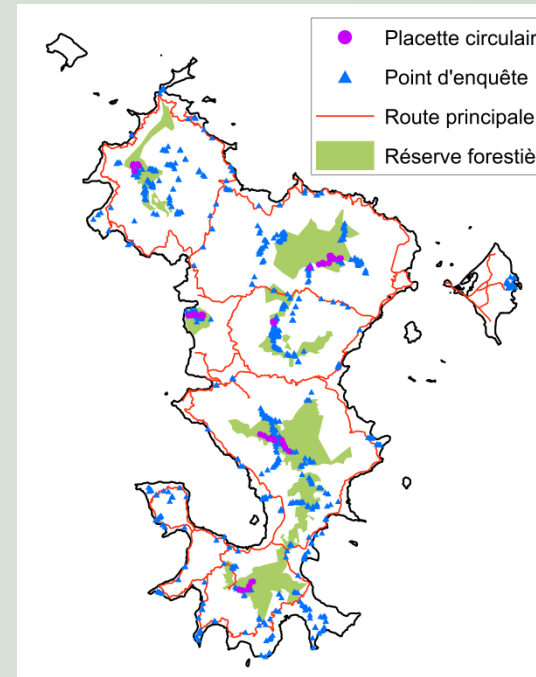
Le fait d'utiliser deux segmentations successives à des échelles différentes nous a permis d'ajuster les paramètres de segmentation à la structure locale du paysage et du couvert et constitue une véritable originalité du fait de l'intégration à ce niveau des données multisources en mode objet.

4 De nombreux relevés de végétation ont permis de confronter la cartographie à la réalité des situations



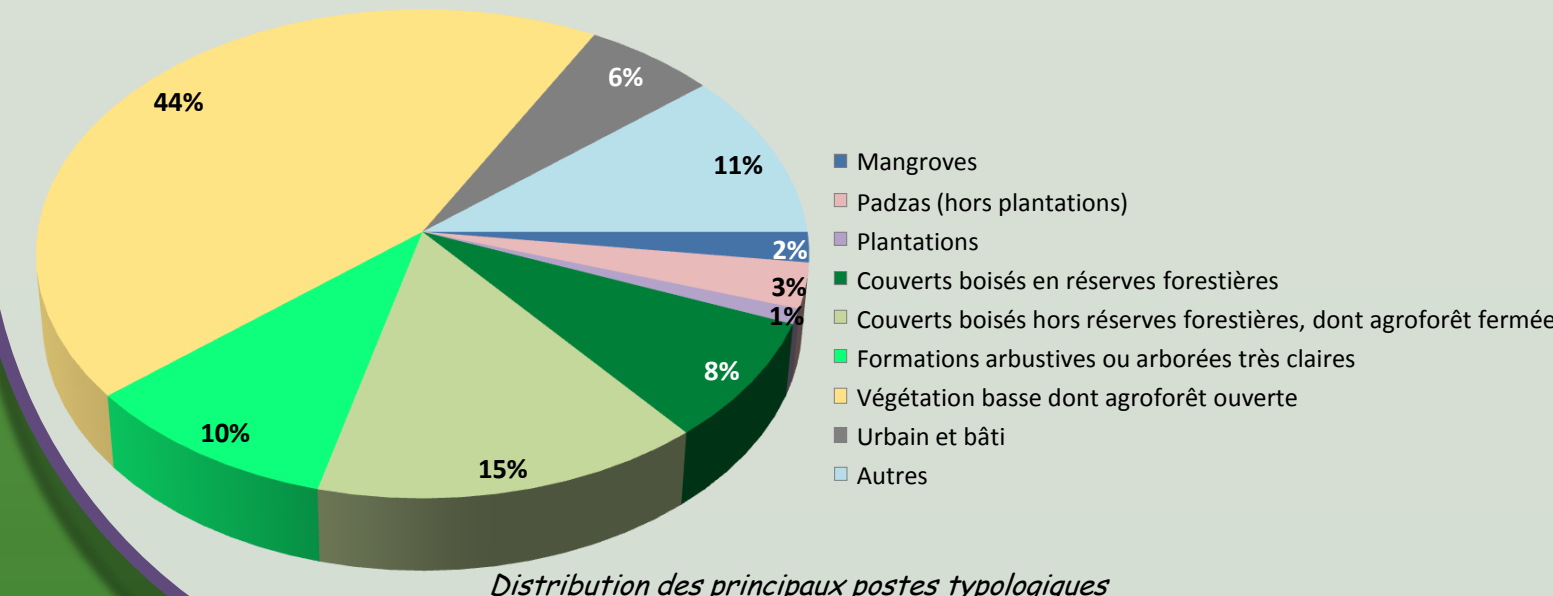
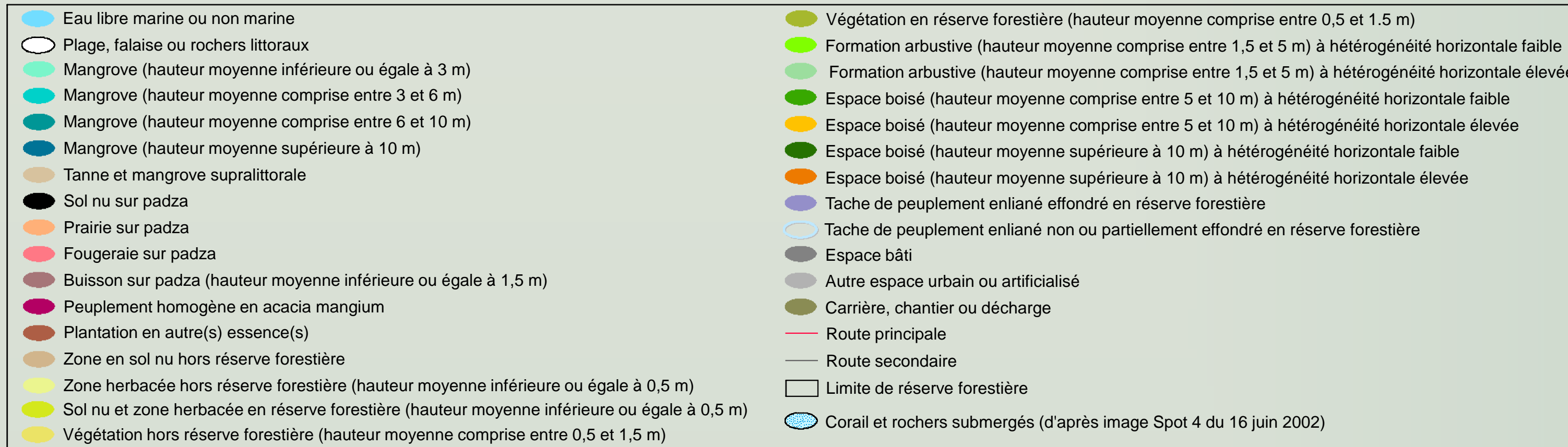
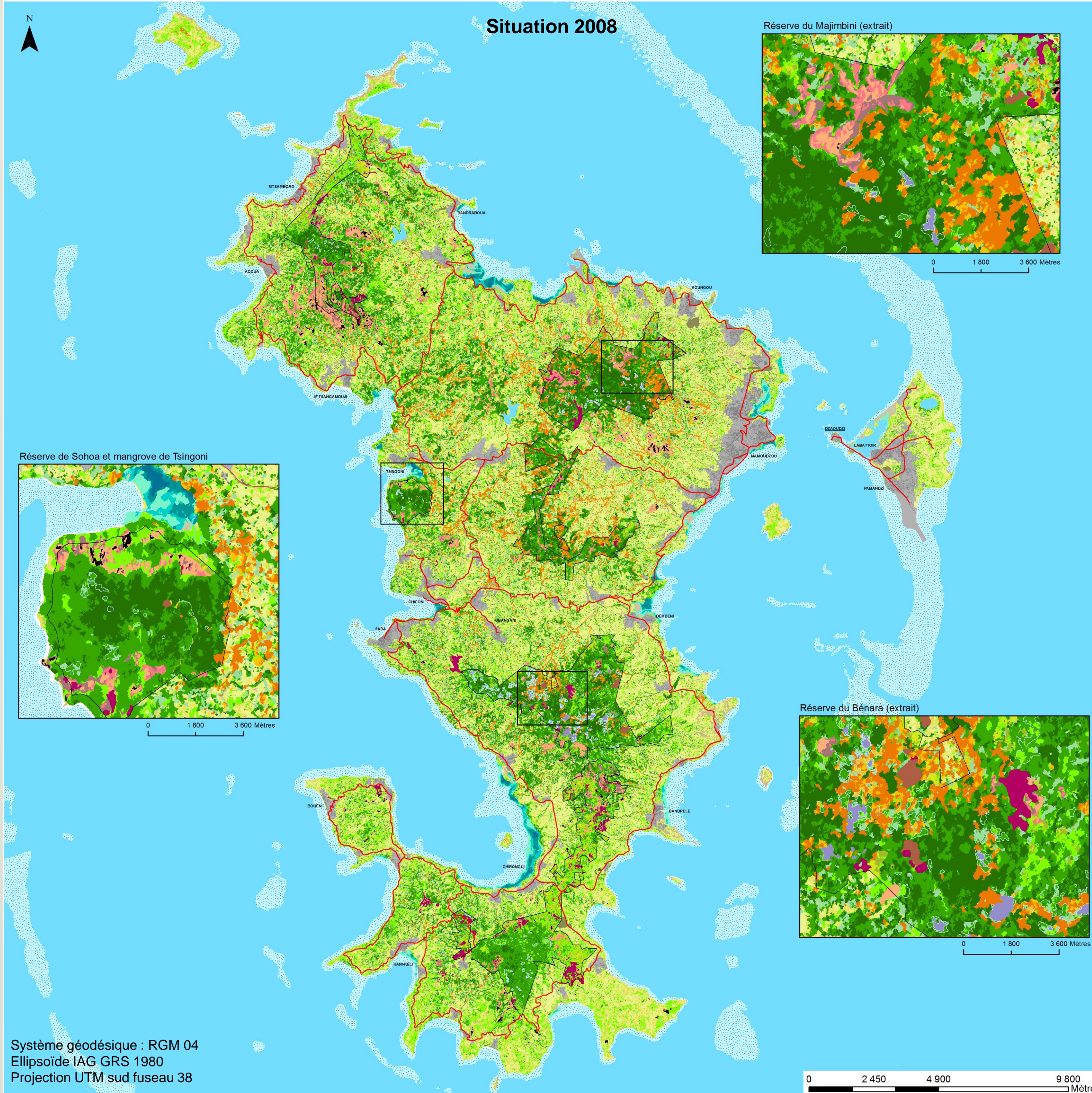
- A - échantillon de 62 relevés dans les diverses réserves forestières
- placettes circulaires de 200 m²
- composition floristique (135 taxons)
- variables de structure de la végétation (taux de recouvrement, hauteurs et diamètres dominants de chaque espèce, nombre de tiges de hauteur supérieure à 1 m etc..).

- B - échantillon de 590 relevés (occupation du sol) répartis sur l'ensemble du territoire selon une stratification bioclimatique (altitude-précipitations)



Localisation des 652 relevés terrain

5 La première cartographie à très haute résolution spatiale des espaces naturels terrestres de Mayotte



La partie boisée rassemblant les ripisylves, les très petits fragments forestiers observés hors réserves ainsi que les parcelles agroforestières à couvert fermé, représente 15% de la surface totale. Du fait de son caractère extrêmement morcelé, ceci n'a pu être mis en évidence que grâce au niveau de résolution très fin adopté pour l'étude.

7 Conclusion et perspectives

- Intérêt d'une approche structurale objective basée sur l'utilisation du MNH et privilégiant la structure à la composition.
- Nécessité de l'intégration de données multispectrales aux données lidar pour la classification orientée objet de l'occupation du sol.
- Acquisition lidar à réaliser pendant la période de pleine végétation afin de limiter les erreurs de détection liées à l'absence de feuillage pour certains peuplements d'espèces décidues.
- Constitution d'un état des lieux objectif appelé à d'ultérieures mises à jour et à un suivi comparatif dans le temps à l'aide de simples données à Très Haute Résolution Spatiale.
- Outil d'aide à la décision pour :
 - ✓ lutter contre l'érosion des sols ;
 - ✓ protéger les espaces naturels menacés (diagnostic de l'état des ripisylves, support d'étude sur les populations de makis, cartographie de l'enlaniement...);
 - ✓ définir la politique forestière du département (gestion et écoulement des produits ligneux, forêts de protection, intervention dans les zones enlaniées).
- Intégration dans les prochains SDAAR (Schéma Directeur de l'Aménagement Agricole et Rural) et PADD (Plan d'Aménagement et de Développement Durable) de Mayotte.
- Possibilité de calibrer des modèles intégrant la classification afin de quantifier des services ou risques environnementaux : fixation du carbone, régulation hydrique et préservation des ressources en eau, sensibilité (feux, érosion)...